

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN
EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
21 de Diciembre de 2000 (21.12.2000)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 00/77916 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes⁷: H02M 3/00,
3/335, H02J 7/14, B60L 11/18

(21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES99/00173

(22) Fecha de presentación internacional:
9 de Junio de 1999 (09.06.1999)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
MECANISMOS AUXILIARES INDUSTRIALES, SL
[ES/ES]; Passeig de l'Estació, 16, P.O. Box 23, E-43800
Valls (Tarragona) (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **BOR-
REGO BEL, Carles** [ES/ES]; Mare Moles, 27-29 2º 1ª,

E-43202 Reus (Tarragona) (ES). **BIGORRA VIVES, Jordi** [ES/ES]; Francesc Gomà i Ferran, 21, E-43800 Valls (Tarragona) (ES). **GIRO ROCA, Jordi** [ES/ES]; Antoni Gaudí, 28 4º E, E-43203 Reus (Tarragona) (ES). **MARTINEZ-SALAMERO, Luís** [ES/ES]; Ventura Gassol, 14 4º 3ª, E-43391 Vinyols i Els Arcs (Tarragona) (ES). **MAIXE ALTES, Javier** [ES/ES]; Comte de Rius, 16 4º 4ª, E-43003 Tarragona (ES). **VALDERRAMA BLAVI, Hugo** [ES/ES]; Rovira i Virgili, 25 1º 1ª, E-43002 Tarragona (ES). **FONTANILLES PIÑAS, Joan** [ES/ES]; Carles Cardó, 17, E-43800 Valls (Tarragona) (ES).

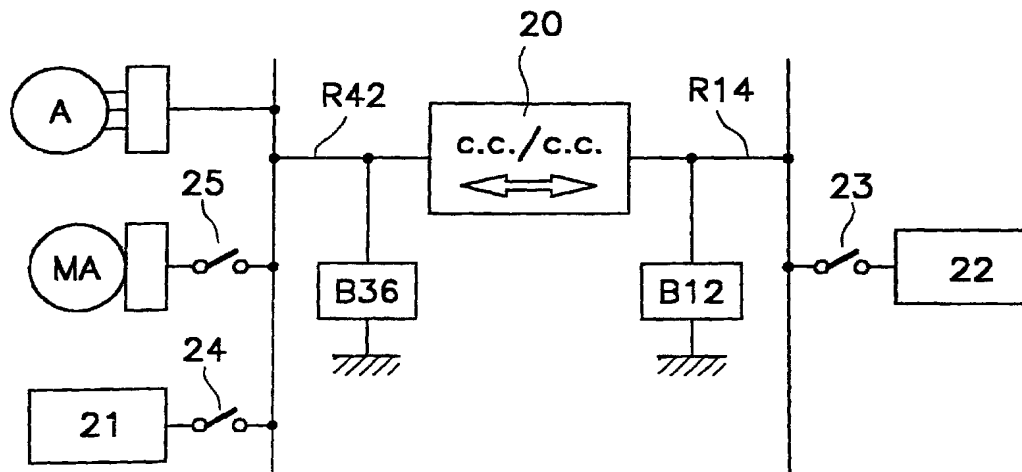
(74) Mandatario: **MANRESA VAL, Manuel**; Calle Girona, 34, E-08010 Barcelona (ES).

(81) Estado designado (nacional): US.

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: DUAL VOLTAGE ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEM

(54) Título: SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICA DE TENSION DUAL



(57) Abstract: The invention is designed for vehicles having two electrical power supply systems and corresponding differentiated voltage level charges and two batteries operating at a first and a second voltage level. A bidirectional voltage converter cooperates with both systems whose input and output stages are galvanically insulated and include a switch. The batteries are connected to said input and output at a first and a second voltage level so that said bidirectional converter can provide a first reduced voltage mode and a second increased voltage mode. The passive components, e.g. the magnetic components and capacitances, of said stages have been chosen to provide an identical transitional behavior in both modes when a disruption occurs in the regulating system either in the charge or the input voltage.

[Continúa en la página siguiente]

WO 00/77916 A1



(84) **Estados designados (regional):** patente europea (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

Publicada:

— *Con informe de búsqueda internacional.*

(57) Resumen: Para vehículos con dos redes eléctricas y correspondientes cargas a dos niveles de tensión diferenciados, con dos baterías a un primer y a un segundo nivel de tensión respectivamente, a cuyas dos redes se halla asociado un convertidor de tensión bidireccional, con sus etapas de entrada y salida aisladas galvánicamente, incluyendo cada una un dispositivo conmutador, a cuyas entrada y salida están conectadas dichas baterías a un primer y a un segundo nivel de tensión, de manera que dicho convertidor bidireccional proporciona un primer modo de reducción de tensión y un segundo modo de elevación de tensión, habiéndose elegido los componentes pasivos, es decir los componentes magnéticos y capacitancias, de las citadas etapas para proporcionar un comportamiento transitorio idéntico en ambos modos cuando en el sistema de regulación entra una perturbación ya sea en la carga o en la tensión de entrada.

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE TENSIÓN DUAL

Campo de la Invención

La presente invención concierne a un sistema de distribución eléctrica de tensión dual aplicable a vehículos que poseen dos sectores de red y cargas preparados para operar a dos niveles de tensión diferenciados, por ejemplo a 42 V y a 14 V, generados por al menos dos baterías, una de ellas a un primer nivel de tensión por Ej. 36 V, y otra a un segundo nivel de tensión, inferior, de por Ej. 12 V a cuyos dos sectores de red se halla asociado al menos un convertidor de tensión.

La presente invención es útil en la industria de la automoción.

Antecedentes de la Invención

En los vehículos modernos existe una tendencia al aumento de los equipamientos eléctricos y electrónicos que repercute en un consumo creciente de energía eléctrica. Esto aconseja aumentar hasta tres veces la actual tensión nominal del sistema eléctrico del vehículo, es decir, pasar de los 14 V C.C. actuales a 42 V C.C. Sin embargo, debido a las actuales infraestructuras de fabricación e instalación de los sistemas eléctricos ya existentes en la industria de la automoción, convenientemente calculados y diseñados, hacen muy difícil una transición brusca de una a otra tensión.

Para evitar dicha transición brusca se ha propuesto una solución que consiste en implementar una arquitectura del sistema de distribución eléctrica y electrónica del vehículo que utiliza redes operando a dos niveles de tensión diferentes, que se ha dado en llamar "sistema de tensión dual". Así, algunos componentes seguirán funcionando a 14 V, como hasta ahora, con lo que no hará falta introducir cambios en sus redes de control y distribución eléctrica, mientras que otros componentes pasarán a funcionar a 42 V, con un rendimiento y/u optimización más adecuado de sus prestaciones.

Dicho sistema de tensión dual puede conseguirse básicamente de dos maneras: o bien con una única batería de 42 V y un convertidor C.C./C.C. unidireccional de 42 a 14 V; o con dos baterías, de 14 y 42 V respectivamente, y un convertidor bidireccional C.C./C.C. de 14 a 42 V o viceversa.

En cualquiera de las soluciones el convertidor es una pieza clave del nuevo sistema.

Un ejemplo de la utilidad de disponer de un sistema de tensión dual en vehículos

automóviles es la patente WO 97/28366, que describe un sistema de ignición para motores de combustión interna que utiliza una alimentación eléctrica de tensión dual, con una tensión más elevada para provocar un arco eléctrico de alta intensidad y una tensión más baja para causar una ionización. Un controlador de señales analiza la señal de ionización para determinar una serie de parámetros referentes al correcto funcionamiento de la ignición.

La patente WO 95/13470 describe otro sistema de ignición para motores de combustión interna alimentado por tensión dual suministrada por una única fuente de alimentación y posteriormente dualizada por un convertidor C.C./C.C.

La patente EP-A-0892486 describe un dispositivo convertidor unidireccional para suministrar una tensión dual a partir de una única fuente de alimentación.

La implantación de la nueva arquitectura del sistema de tensión dual en vehículos automóviles comporta un aumento en la complejidad de las redes eléctricas. El sistema incluye, como se ha dicho, uno o dos acumuladores o baterías, un convertidor y una o más cajas de distribución en la que se encuentran centralizados unos medios electrónicos de control de señal y de potencia, incluyendo un microcontrolador y medios de protección eléctrica. El vehículo comprende además un generador eléctrico, usualmente un alternador, que por medio de un rectificador suministra corriente al acumulador o acumuladores, y que además alimenta directamente la mayoría de componentes cuando el vehículo está en marcha.

Incrementar la tensión (Volts) tres veces (42 V) implica la reducción de corriente (A) para la misma cantidad de potencia. Menos amperios significan menor sección de cable conductor necesaria para suministrar corriente, con un consiguiente menor peso, e inferior consumo eléctrico.

Referencias al tema y objetivos a los que apunta esta invención se encuentran también en diversas publicaciones pudiendo citar entre otras las siguientes: J.G Kassakian "Challenges of the new 42 V architecture and progress on its international acceptance". VDI 98 Baden-Baden; Intersociety Energy Conversion Engineering Conference (IECEC) "Multiple Voltage Electrical Power Distribution System for Automotive Applications". 31st.. Washington 96; Draft specification for 42 V battery in a 2-voltage vehicle electrical system for BMW and Daimler-Benz SICAN" 29.6.98; MIT Auto-Consortium – 42 V net Research Unit #1 "DC/DC converters for Dual Voltage Electrical Systems".

Breve exposición de la Invención

Conforme a la invención el sistema de distribución eléctrica de tensión dual se

implementará utilizando un convertidor de tensión bidireccional, con sus etapas de entrada y salida aisladas galvánicamente, e incluyendo en cada una de dichas etapas un dispositivo conmutador, cuyo convertidor bidireccional tiene conectadas a dichas entradas y salidas las citadas baterías a un primer nivel de tensión y a un segundo nivel de tensión, de manera que el
5 citado circuito convertidor bidireccional proporciona dos modos de transferencia de energía que constituyen un primer modo de reducción de tensión y un segundo modo de elevación de tensión, habiéndose elegido los componentes pasivos, es decir los componentes magnéticos y capacitancias de las citadas etapas para proporcionar un comportamiento transitorio idéntico en ambos modos cuando ya sea una perturbación en la carga o en la tensión de entrada entra
10 en el sistema de regulación.

Más en particular, el convertidor bidireccional que se propone es una versión aislada galvánicamente en C.C. de un circuito convertidor de topología Cuk, simétrico respecto a la región de aislamiento, el cual tiene conectadas a su entrada y salida dichas baterías a un primer nivel de tensión y a un segundo nivel de tensión respectivamente, con una capacitancia en
15 paralelo con cada una de dichas fuentes de tensión, además de la capacitancia de almacenamiento típica de la topología, en serie con las inductancias del circuito de entrada y salida, disponiéndose el citado dispositivo de conmutación en las etapas de entrada y salida del convertidor, a cada lado del referido aislamiento galvánico.

Las principales diferencias entre el circuito convertidor básico, unidireccional y el
20 convertidor que se propone son:

- a) flujo de potencia bidireccional;
- b) no cambio de polaridad de tensión de salida;
- c) simplificación del diseño del control del convertidor.

La invención se entenderá mejor a partir de la siguiente descripción realizada en
25 conexión con los dibujos adjuntos.

Por otro lado hasta ahora, el convertidor se ha situado en algún lugar de las redes eléctricas separado de la caja o cajas de distribución. Sin embargo, esta disposición presenta varios inconvenientes tales como: un incremento en el cableado de interconexión que, por un lado, comporta una mayor caída de tensión y, por otro, repercute en el coste de fabricación, en
30 el peso del vehículo y, por consiguiente, en el consumo de combustible; una mayor ocupación de volumen dentro del ya de por sí escaso espacio del compartimiento del motor; aumento de los puntos de fijación de componentes al vehículo con una mayor complejidad de montaje; un incremento de los componentes eléctricos expuestos a vibraciones, lo que reduce la fiabilidad

del sistema; una redundancia de sistemas, por ejemplo, un microcontrolador para el convertidor y un microcontrolador para la caja de distribución; mayor dificultad para la disipación térmica de componentes dispuestos en cajas separadas; mayor dificultad para conseguir una compatibilidad electromagnética debido a la incorporación de cables que proporcionan emisiones de alta frecuencia que producen interferencias en los componentes de la caja de distribución.

La invención también propone incorporar el citado convertidor de tensión, bidireccional en una caja de distribución eléctrica del vehículo, junto a unos medios electrónicos de control centralizado de señal y de potencia, incluyendo un microcontrolador y medios de protección eléctrica.

La invención se entenderá mejor en la descripción que sigue de unos ejemplos de implementación, con referencia a unos dibujos ilustrativos.

Breve descripción de los dibujos

En dichos dibujos:

la Fig. 1 es un dibujo esquemático de un convertidor de tensión, unidireccional, según el estado de la técnica, en concreto correspondiente al ejemplo de ejecución de la Fig. 10 de la patente US-A- 4.184.197, citada;

la Fig. 2 ilustra el principio del sistema de distribución eléctrica de tensión dual según esta invención;

la Fig. 3 ilustra un ejemplo de posible ejecución de un circuito convertidor bidireccional, conforme a esta invención, con indicación esquemática de la fuente de conmutación de tensión.

la Fig. 4 corresponde a un esquema del control de doble lazo utilizado para gestión del circuito convertidor bidireccional según la Fig. 3;

la Fig. 5 es un dibujo esquemático ilustrativo de los flujos de corriente en un sistema eléctrico de tensión dual de un vehículo que integra una caja de distribución eléctrica con un convertidor bidireccional, según la invención, en combinación con una segunda caja de distribución eléctrica que incluye un convertidor unidireccional, correspondiendo a una distribución descentralizada, es decir, con una conversión de tensión distribuida en varias zonas del vehículo;

la Fig. 6, es equivalente a la anterior pero ilustra a un montaje centralizado, en donde únicamente una caja de distribución eléctrica incluye el citado convertidor bidireccional;

la Fig. 7 muestra un ejemplo de posible organización sobre un vehículo del sistema

propuesto, descentralizado, comportando varias cajas de distribución eléctrica, incluyendo convertidores en al menos dos de ellas, siendo uno de dichos convertidores bidireccional; y

las Figs. 8, 9 y 10 son gráficas de unos ejemplos de simulaciones en el modo de control de corriente promediada del convertidor bidireccional según la invención.

5 Descripción detallada de unos ejemplos de realización

En la Fig. 1 se ilustra un circuito convertidor aislado galvánicamente por el transformador 8 que corresponde al Ejemplo de la Fig. 10 de la patente US-A-4.184.197, es decir con una inductancia 2 en serie con la fuente de tensión de entrada y otra inductancia 5 en serie con la carga 11. En ese convertidor el transformador 8 de relación de transformación
10 N está desacoplado de la tensión continua mediante los condensadores 3, 4. La fuente de entrada se ha indicado por el numeral 1 y la fuente de conmutación de tensión por la referencia 6. Otros componentes son el transistor 7, asociado al dispositivo conmutador 6 y el diodo 10 y condensador 9 en el sector de salida del convertidor, conforme a dicha topología bien conocida en el estado de la técnica.

15 En el esquema de la Fig. 2, que pretende ilustrar el principio del sistema de distribución eléctrica según la invención se han representado un alternador A y al menos una primera batería B36 o acumulador de 36 V de C.C., que constituyen en combinación un conjunto generador de potencia para un vehículo. La acción conjunta del alternador A y dicha primera batería B36 proporciona los 42 V de la primera red R42.

20 El sistema prevé la utilización de una segunda batería B12 o acumulador de 12 V de C.C., constitutivo de un segundo generador de potencia apto para alimentar una segunda red R14, conjuntamente con el alternador A, a 14 V. Como interfaz entre ambas redes se ha previsto un bloque de conversión de tensión 20, bidireccional. Cada una de las redes alimenta sus propias cargas que aquí se han indicado con las referencias numéricas 21 y 22, que se
25 conectarán por unos medios oportunos, esquematizados aquí mediante unos correspondientes interruptores 23, 24. El esquema de dicha Fig. 2 incluye asimismo un motor de arranque MA, controlado mediante un correspondiente interruptor 25 de conexión

Con relación a la Fig. 3, el convertidor de topología Cuk con aislamiento galvánico consta de un transformador de relación $\frac{N_{pF}}{N_{sF}} = \frac{N_{sB}}{N_{pB}}$, dos interruptores 33 y 34 ambos controlados
30 por una fuente de conmutación de señal 51 (ver también la Fig. 4), que aplicará las funciones de corriente $U(t)$ y $U(t)$ con ciclos de trabajo D y 1-D respectivamente, y dos diodos

- 35 y 36. En este convertidor, el transformador 8 de relación de transformación N está desacoplado de la tensión continua mediante los condensadores C_a y C_b . Si se desea la misma polaridad de tensión a la entrada y a la salida, el devanado del primario debe ser inverso al del secundario. La relación N se diseñará de tal manera que, siendo V_i la tensión de entrada y V_o la tensión de salida del convertidor se cumpla $\frac{N_{pF}}{N_{sF}} = \frac{N_{sB}}{N_{pB}}$, donde $D' = 1-D$. Los valores mínimos de los inductores L_{eF} y L_{eB} y de los condensadores C_a y C_b se escogerán en función del máximo rizado de corriente y tensión que se precise respectivamente.

Modos de funcionamiento

- 10 Modo de reducción de tensión: $V_i \rightarrow$ cargas 38 (conexión a través del interruptor 32)

En este modo de funcionamiento el interruptor 33, implementable por un transistor MOS FET, por ejemplo) conmutará con un ciclo de trabajo D y el interruptor 34 estará permanentemente abierto.

- 15 Durante el intervalo $D' \times T_s$, cuando el interruptor 33 está abierto, la corriente a la entrada I_{ia} carga el inductor L_{eF} y el condensador C_a , y la corriente reflejada del secundario N_{sF} del transformador 8 carga el condensador C_b . La inductancia L_{eB} de la salida se descarga sobre la carga 38 y el diodo 36 conduce la suma de la corriente de secundario y la de salida.

- 20 Durante el intervalo $D \times T_s$, cuando el interruptor 33 está cerrado, la corriente de entrada I_{ia} carga L_{eF} , la corriente reflejada en el secundario de la descarga de C_a descarga C_b y carga L_{eB} , alimentada por el condensador de alta capacidad C_{of} de la salida. El interruptor 33 conduce en este caso la suma de la corriente de entrada I_{ia} y la del primario N_{pF} del transformador 8, quedando el diodo 36 en circuito abierto.

Modo de elevación de tensión: $V_o \rightarrow$ cargas 37 (conectadas por el interruptor 31)

- 25 En este modo de funcionamiento el interruptor 34 conmutará con un ciclo de trabajo $1-D$ y el interruptor 33 estará permanentemente abierto.

Durante el intervalo $D \times T_s$, cuando el interruptor 34 está abierto, la corriente a la entrada I_{ib} carga el inductor L_{eB} y el condensador C_b , y la corriente reflejada del secundario N_{sB} del transformador 8 carga el condensador C_a . La inductancia L_{eF} de la salida se descarga sobre la carga 37 y el diodo 35 conduce la suma de la corriente de secundario y la de salida.

- 30 Durante el intervalo $D' \times T_s$, cuando el interruptor 34 está cerrado, la corriente de entrada I_{ib} carga L_{eB} , la corriente reflejada en el secundario de la descarga de C_b descarga C_a

-7-

y carga L_{ef} , alimentada por el condensador de alta capacidad C_{ob} de la salida. El interruptor 34 conduce en este caso la suma de la corriente de entrada I_{ib} y la del primario N_{pB} del transformador 8, quedando el diodo 35 en circuito abierto.

5 Análisis del convertidor, régimen estacionario y dinámica

La función de transferencia en régimen estacionario en cada modo de funcionamiento, es decir, en modo de elevación de tensión y en modo de reducción de tensión, es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{a) Modo de reducción (} V_i = 42 \rightarrow V_o = 14 \text{)} & \quad \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{N} \cdot \frac{D}{1-D} \\ \text{b) Modo de elevación (} V_i = 14 \rightarrow V_o = 42 \text{)} & \quad \frac{V_o}{V_i} = N \cdot \frac{1-D}{D} \end{aligned}$$

donde D es la relación de trabajo de la señal de control $U(t)$, y N es la relación de espiras del transformador.

Tal como se ha mencionado anteriormente, El convertidor de Cuk es un sistema sin fase mínima no lineal. Estas características dificultan el diseño de control si se debe asegurar una buena respuesta dinámica, robustez y estabilidad para un amplio intervalo de puntos de funcionamiento (muchas condiciones de carga y de línea diferentes).

En particular, la posición de los polos conjugados complejos de lazo abierto del convertidor es plenamente dependiente de la relación de trabajo D de la señal de control del convertidor $U(t)$.

Puesto que el convertidor es bidireccional, han de controlarse dos convertidores diferentes con un único panel de control.

Usando el modelo de pequeña señal derivado del modelo promediado de espacio de estado del convertidor, y suponiendo unas dinámicas separables, las dinámicas en lazo abierto para ambos modos son:

a) Modo de reducción ($V_i = 42 \rightarrow V_o = 14$)

$$f_{p1d} = \frac{1-D}{2\pi \sqrt{L_{ef} \frac{C_a C_b}{N^2 C_a + C_b}}}$$

$$f_{p2d} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eb}C_{of}}}$$

$$f_{zd} = \frac{\sqrt{1-D}}{2\pi\sqrt{L_{ef} \frac{C_a C_b}{N^2 C_a + C_b}}}$$

5

b) Modo de elevación ($V_i = 14 \rightarrow V_o = 42$)

$$f_{p1u} = \frac{D}{2\pi\sqrt{L_{eb} \frac{N^2 C_a C_b}{N^2 C_a + C_b}}}$$

$$f_{p2u} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{ef}C_{ob}}}$$

10

$$f_{zu} = \frac{\sqrt{D}}{2\pi\sqrt{L_{eb} \frac{N^2 C_a C_b}{N^2 C_a + C_b}}}$$

donde f_{p1} son los polos rápidos y determinan las dinámicas de transferencia de energía, mientras que los polos f_{p2} son lentos y dependen de las condiciones de diseño de la ondulación de la tensión de salida. Por último, los f_z son los ceros del convertidor.

15

Compromisos de diseño

La condición de separabilidad de los polos implica que los polos lentos deben situarse lo más lejos posible de los polos rápidos. Por consiguiente:

20

$$\begin{aligned} f_{p1d} &= 10 \cdot f_{p2d} \\ f_{p1u} &= 10 \cdot f_{p2u} \end{aligned}$$

Para simplificar el diseño de los lazos de control es obligatorio un comportamiento

dinámico del convertidor igual en ambos modos de funcionamiento, y como resultado se obtiene un punto de funcionamiento en el que se necesita que $D = 1-D$. Por lo tanto, la relación de trabajo debe ser $D = 0,5$. Esta relación de trabajo es ligeramente diferente de la relación de conmutación de utilización óptima, la cual, en el convertidor de Cuk, lleva a un $D = 0,33$, véase S. Cuk, "Switching DC to DC converter with zero input or output current ripple" in Proc. IEEE Industry Appl. Soc. Annual Meet., Toronto, Ont., Canada, 1978 pp 1131-1146.

Al fijarse la relación de trabajo del punto de trabajo nominal en $D = 0,5$, la relación de reducción y de elevación en régimen estacionario depende sólo de la relación de espiras N del transformador, que en consecuencia debe ser $N = 3$ para conseguir la transformación $42 \rightarrow 14$ (y viceversa).

Habiéndose fijado los valores de la relación de trabajo D , la relación de espiras del transformador N , y fijando las condiciones de igualdad dinámica ($f_{p1d} = f_{p1u}$, $f_{p2d} = f_{p2u}$, $f_{zd} = f_{zu}$) las relaciones entre los diferentes elementos de almacenamiento de energía será la siguiente:

$$L_{ef} = N^2 \cdot L_{eb}$$

$$C_{of} = N^2 \cdot C_{ob}$$

$$C_b = N^2 \cdot C_a$$

En la Fig. 4 se ha representado un posible control del convertidor bidireccional mediante un doble lazo, del tipo conocido como "Control en Modo de Corriente Promediado" comportando un lazo interior de corriente y un lazo exterior de tensión que garantizan la regulación de línea y de carga con protección propia de las transiciones de conmutación. Así, dicho sistema de control del convertidor bidireccional 50, comprende un bloque 51 controlador de la corriente de entrada por modulación de anchura de impulsos PWM, con una toma de corriente 52 desde dicha entrada, cuyo bloque 51 aplica las funciones de conmutación a la primera y segunda etapas del circuito convertidor bidireccional 50, ilustrado en la Fig. 3 y un bloque 53 de control de tensión de salida, al que se aplica una tensión de referencia 56 y con una toma de tensión 55 desde dicha salida, cuyo segundo bloque 53 proporciona al primero 51, a través del citado lazo interior 54, una corriente de referencia. Se ha indicado en este caso por 57 la carga sobre la que opera el convertidor 37 y 38 en la Fig. 3.

Con referencia ahora al esquema de la Fig. 5, en la misma sólo se han representado algunos de los flujos de corriente entre los bloques componentes enlazados esquemáticamente en potencia, distinguiendo una red R42 que opera a 42 V de C.C. y una red R14 que opera a 14 V de C.C. En dicha Fig. 5, se ilustra un primer ejemplo del sistema de distribución eléctrica según la invención, organizado en forma descentralizada, es decir con la conversión de tensión distribuida en varias partes del vehículo. En dicho dibujo una caja 61 de distribución eléctrica integra un convertidor bidireccional 62 esquematizado mediante dos bloques convertidores 62a, 62b, para generar una tensión dual y el sistema incluye en combinación una segunda caja 63 de distribución incluyendo otro convertidor 64, unidireccional. En este ejemplo, el alternador A, junto con la primera batería B36 de 36 V de C.C. suministran corriente a 42 V a la caja 61 a través de un conmutador de potencia 65. Las referencias numéricas 67 y 68 son indicativas de unos conjuntos que incluyen unos medios electrónicos de control centralizado de señal y de potencia, incluyendo un microcontrolador y medios de protección eléctrica. Con la referencia numérica 66 se ha indicado un relé de ignición, que únicamente proporciona alimentación hacia los citados convertidores 62, 64 o conjuntos de control 67, 68 en caso de estar cerrado el interruptor de encendido del automóvil. Mediante 69a a 69c se indican las diversas cargas conexionables a una y otra caja 61, 63, en el caso de 69a y 69c asimismo controladas por el referido relé de encendido 66.

En la Fig. 6 se ilustra una variante del sistema de distribución eléctrica conforme a una organización centralizada, el cual únicamente difiere del ejemplo ilustrado en la Fig. 5 por el hecho de que la segunda caja de distribución 63, no incluye un convertidor, de manera su conjunto de gestión y control 68 es alimentado a partir del primer conjunto 67 con dos tensiones diferenciadas a través de las redes R42 y R14. Se han utilizado en dicha segunda Fig. las mismas referencias que en la Fig. anterior.

En la Fig. 7 se ilustra esquemáticamente un vehículo en el que se ha implementado un sistema de distribución eléctrica de tensión dual, conforme a lo expuesto, en donde se han previsto tres cajas de distribución eléctrica centralizada 61, 63, 71 en el compartimento motor, habitáculo y maletero, respectivamente. La primera caja 61 incluye un conjunto 67 de gestión y control de potencia y un convertidor bidireccional 67, asociados a una batería B36. La caja 36 está conectada por un cableado o bus R42 (nivel de tensión alto) y por un segundo bus R14 (nivel de tensión bajo) a la primera caja 61. La tercera caja 71 está conectada en general a la primera, 61 como a la segunda 63 y también tiene asociada una segunda batería B12. La red 72 relaciona las cajas 61 y 71.

Las Figs. 8 a 10 muestran una simulación de la estrategia de "Control en Modo de Corriente Promediada". La Fig. 8 es una simulación transitoria de carga para el modo de reducción de tensión, la Fig. 9 es una simulación transitoria para el modo de elevación de tensión y por último la Fig. 10 muestra un transitorio de línea en el modo de reducción de
5 tensión.

Es evidente que otras simulaciones para estrategias de simulación alternativas serían posibles, por ejemplo el "control en Modo de Corriente de Histéresis".

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de distribución eléctrica de tensión dual aplicable a vehículos con dos
5 sectores de red y cargas preparados para operar a dos niveles de tensión diferenciados,
generados por al menos dos baterías a un primer nivel de tensión, y a un segundo nivel de
tensión, inferior, a cuyos dos sectores de red se halla asociado al menos un convertidor de
tensión, caracterizado porque dicho convertidor de tensión es un convertidor bidireccional,
con sus etapas de entrada y salida aisladas galvánicamente, e incluyendo en cada una de dichas
10 etapas un dispositivo conmutador, cuyo convertidor bidireccional tiene conectadas a dichas
entradas y salidas las citadas baterías a un primer nivel de tensión y a un segundo nivel de
tensión, de manera que el citado circuito convertidor bidireccional proporciona dos modos de
transferencia de energía que constituyen un primer modo de reducción de tensión y un segundo
modo de elevación de tensión, habiéndose elegido los componentes pasivos, es decir los
15 componentes magnéticos y capacitancias de las citadas etapas para proporcionar un
comportamiento transitorio idéntico en ambos modos cuando en el sistema de regulación entra
una perturbación ya sea en la carga o en la tensión de entrada.

2.- Sistema, según la reivindicación 1, caracterizado porque el citado convertidor
comprende una versión aislada galvánicamente en C.C. de un circuito convertidor de topología
20 Cuk, simétrico respecto a la región de aislamiento, el cual tiene conectadas a su entrada y
salida dichas baterías a un primer nivel de tensión y a un segundo nivel de tensión
respectivamente, con una capacitancia en paralelo con cada una de dichas fuentes de tensión,
además de la capacitancia de almacenamiento típica de la topología, en serie con las
inductancias del circuito de entrada y salida, disponiéndose el citado dispositivo de
25 conmutación en las etapas de entrada y salida del convertidor, a cada lado del referido
aislamiento galvánico.

3.- Sistema, según la reivindicación 2, caracterizado porque la citada capacitancia en
paralelo con una correspondiente fuente de tensión en la etapa de entrada y salida del circuito
convertidor es de un valor elevado, sensiblemente superior a las capacitancias de
30 almacenamiento propias de la topología.

4.- Sistema, según la reivindicación 2, caracterizado porque incluye un sistema de
control de dos lazos comportando un lazo interior de corriente y un lazo exterior de tensión
que garantizan la regulación de línea y de carga con protección propia de las transiciones de

conmutación.

5.- Sistema, según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho sistema de control comprende un bloque controlador de la corriente de entrada por modulación de anchura de impulsos PWM, con una toma de corriente desde dicha entrada, cuyo bloque aplica las
5 funciones de conmutación a la primera y segunda etapas del circuito convertidor bidireccional, y un bloque de control de tensión de salida, al que se aplica una tensión de referencia y con una toma de tensión desde dicha salida, cuyos segundo bloque proporciona al primero, a través del citado lazo interior, una corriente de referencia.

6.- Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el
10 citado convertidor bidireccional se halla integrado en el interior de una caja de distribución eléctrica para vehículos, comprendiendo un microcontrolador, medios de protección eléctrica y medios electrónicos de control centralizado de señal y de potencia.

7.- Sistema, según la reivindicación 6, caracterizado porque un único microcontrolador realiza el control del convertidor y dicho control centralizado de señal y potencia, con
15 eliminación de componentes redundantes y posibles fuentes de interferencia.

8.- Sistema, según la reivindicación 6, caracterizado porque se han previsto además unos medios de apantallado electromagnético del citado convertidor bidireccional dentro de la carcasa de la citada caja de distribución y unos medios de disipación térmica de una placa soporte del convertidor.

9.- Sistema, según la reivindicación 8, caracterizado porque comprende una única
20 masa de toma de tierra común para la placa soporte del convertidor y la placa o placas de los medios electrónicos de control, de manera que se facilita la alimentación de cargas por parte del convertidor.

10.- Sistema, según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende unas
25 protecciones envolventes de material plástico para el convertidor, provistas de unas ventanas de aireación, sobre cuyas protecciones está dispuesta una capa de deposición metálica o un enrejado metálico, respetando dichas ventanas, constituyendo parte de dichos medios de apantallado electromagnético del convertidor por las partes superior y laterales.

11.- Sistema, según la reivindicación 6, caracterizado porque unas pistas conductoras
30 de potencia de la placa de circuito impreso sobre la que está dispuesto el convertidor tienen un grosor de al menos 400 μm apto para una conducción de corriente de potencia, constituyendo además parte de unos medios de disipación térmica.

12.- Sistema, según la reivindicación 11, caracterizado porque dichas pistas

conductoras de potencia están suficientemente separadas y recubiertas de una película aislante para evitar el salto de arcos eléctricos.

- 13.- Sistema, según la reivindicación 6 caracterizado porque comprende además unos medios de control de temperatura del entorno, específicos de dicha zona del interior de la
- 5 carcasa ocupada por el convertidor.

1/4

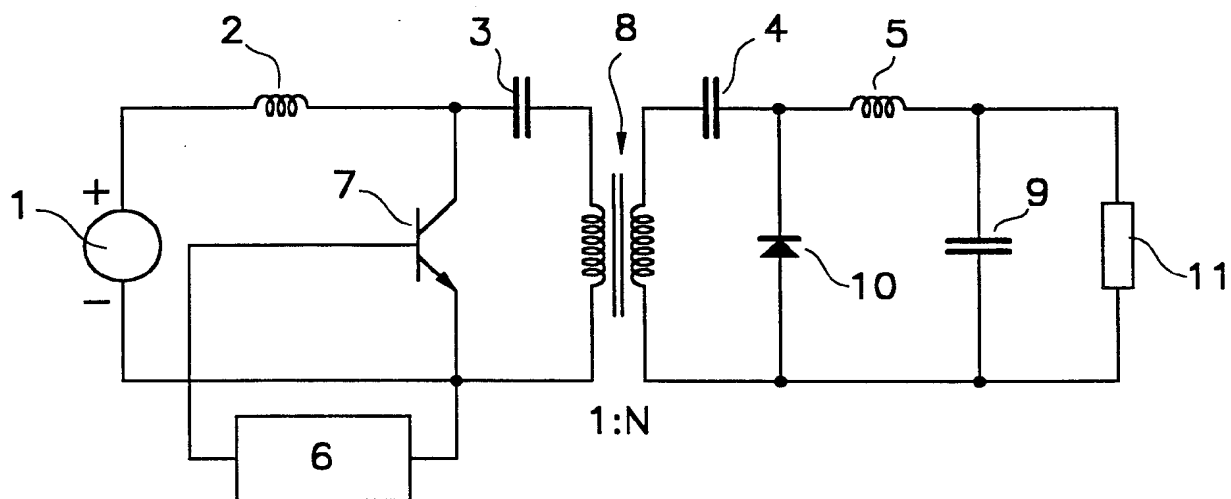


Fig.1 Estado de la técnica

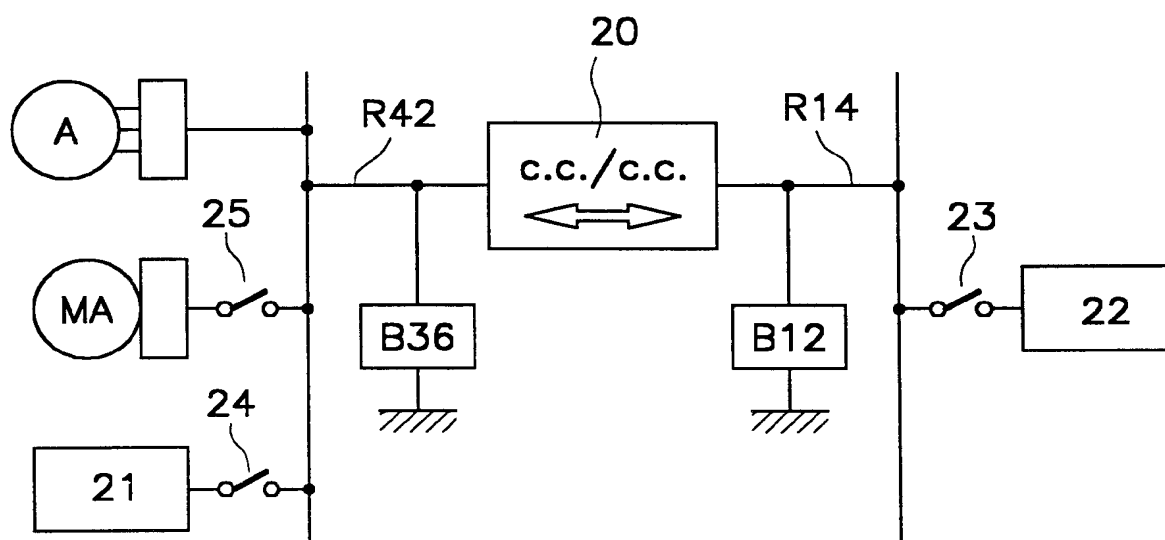
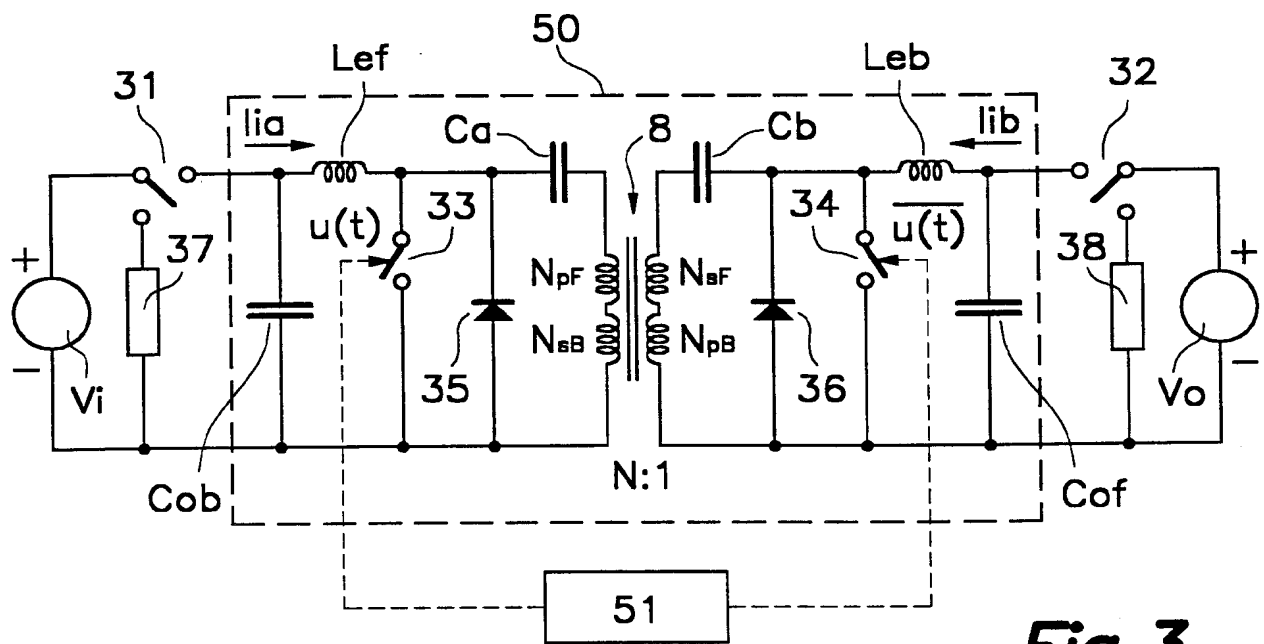
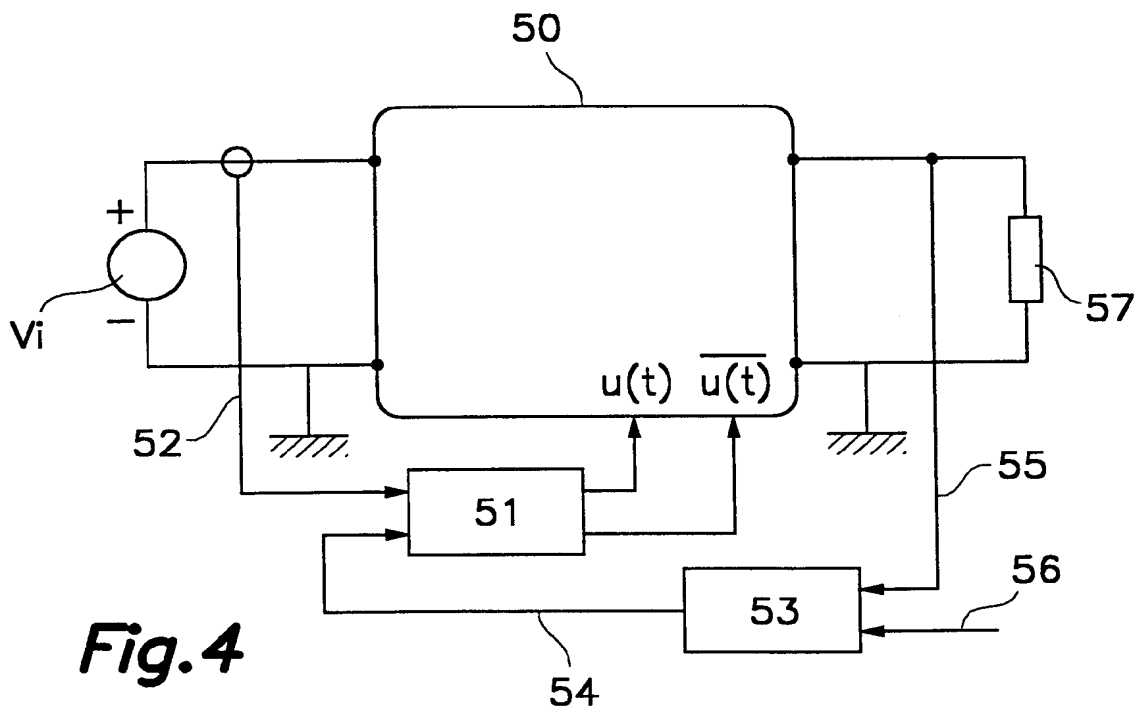


Fig.2

**Fig.3****Fig.4**

3/4

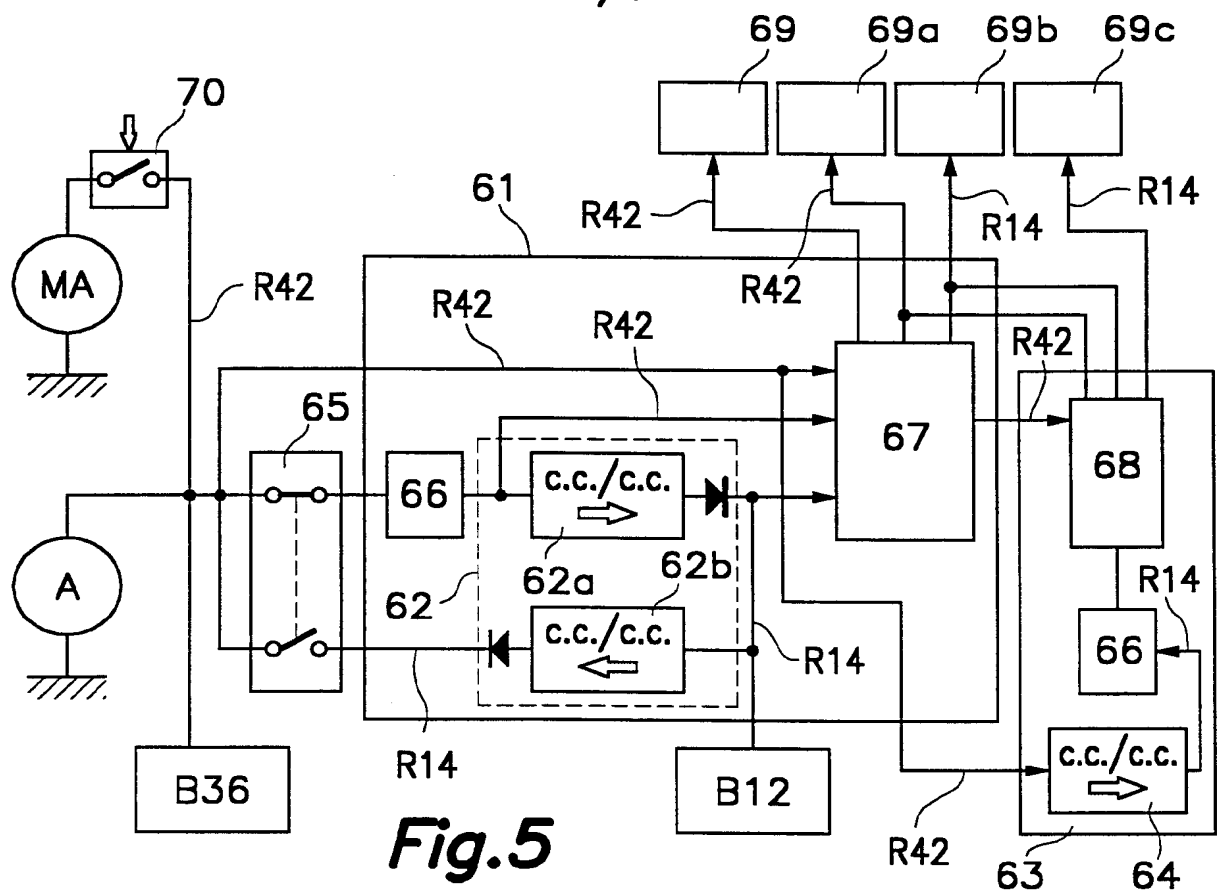
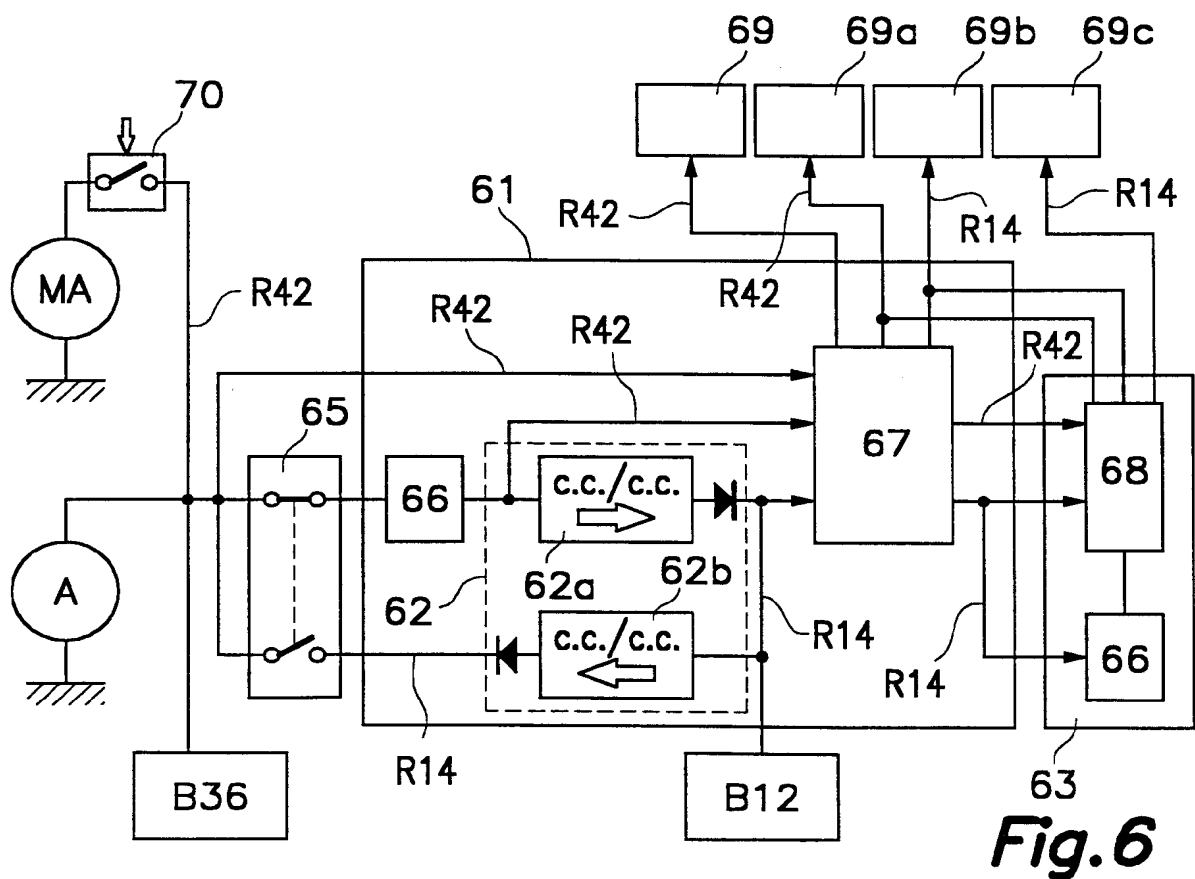
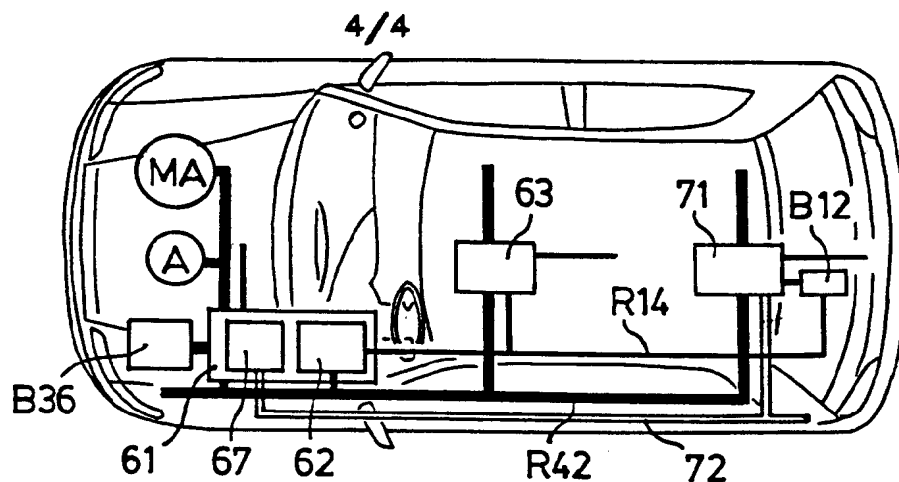
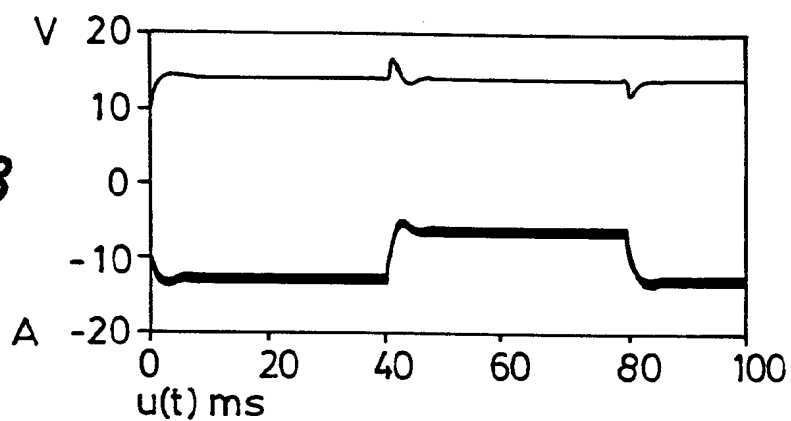
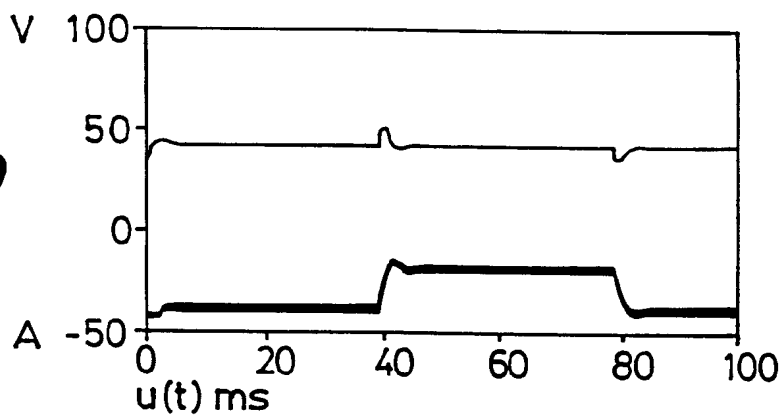
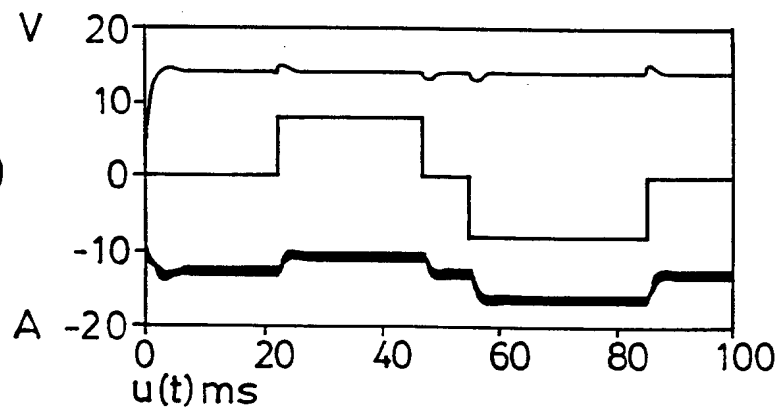
**Fig. 5****Fig. 6**

Fig. 7**Fig. 8****Fig. 9****Fig. 10**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/ES 99/00173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02M3/00 H02M3/335 H02J7/14 B60L11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M H02J B60L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | KAZIMIERCZUK M K ET AL: "TOPOLOGIES OF BIDIRECTIONAL PWM DC-DC POWER CONVERTERS" PROCEEDINGS OF THE NATIONAL AEROSPACE AND ELECTRONICS CONFERENCE. (NAECON),US,NEW YORK, IEEE, vol. -, 1993, pages 435-441, XP000419442 the whole document | 1-3,6 |
| Y | US 4 186 437 A (CUK SLOBODAN M) 29 January 1980 (1980-01-29) column 6, line 22 -column 12, line 27; figures 6-14 | 1-3,6 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2000

Date of mailing of the international search report

10.03.2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Albertsson, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/ES 99/00173

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | MAJO J ET AL: "NONLINEAR CONTINUOUS TIME CONTROL OF A BIDIRECTIONAL COUPLED-INDUCTOR CUK CONVERTER" IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,JP,INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, vol. E75 - B, no. 11, 1 November 1992 (1992-11-01), pages 1134-1141, XP000336069 ISSN: 0916-8516 page 1134 -page 1139; figures 1-8 --- | 4 |
| A | CARICCHI F ET AL: "EXPERIMENTAL STUDY OF A BIDIRECTIONAL DC-DC CONVERTER FOR THE DC LINK VOLTAGE CONTROL AND THE REGENERATIVE BRAKING IN PM MOTOR DRIVES DEVOTED TO ELECTRICAL VEHICLES" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION (APEC),US,NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 9, 1994, pages 381-386, XP000467342 abstract; figures 1-3 --- | 1 |
| A | BISWAJIT RAY: "BIDIRECTIONAL DC/DC POWER CONVERSION USING CONSTANT-FREQUENCY QUASI-RESONANT TOPOLOGY" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS. (ISCS),US,NEW YORK, IEEE, vol. -, 1993, pages 2347-2350, XP000379683 ISBN: 0-7803-1281-3 --- | |
| A | EP 0 722 211 A (SEXTANT AVIONIQUE) 17 July 1996 (1996-07-17) --- | |
| A | US 5 164 655 A (HEAVEY FREDERICK D) 17 November 1992 (1992-11-17) --- | |
| A | US 4 723 105 A (MATOUKA MICHAEL F ET AL) 2 February 1988 (1988-02-02) ----- | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/ES 99/00173

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 4186437 A | 29-01-1980 | CA 1141000 A | 08-02-1983 |
| | | CA 1158307 A | 06-12-1983 |
| | | DE 2917926 A | 15-11-1979 |
| | | FR 2425176 A | 30-11-1979 |
| | | GB 2020505 A,B | 14-11-1979 |
| | | JP 1016106 B | 22-03-1989 |
| | | JP 1542383 C | 31-01-1990 |
| | | JP 55010893 A | 25-01-1980 |
| | | YU 103379 A | 31-10-1983 |
| ----- | | | |
| EP 0722211 A | 17-07-1996 | FR 2729516 A | 19-07-1996 |
| | | JP 8275513 A | 18-10-1996 |
| | | US 5745351 A | 28-04-1998 |
| ----- | | | |
| US 5164655 A | 17-11-1992 | NONE | |
| ----- | | | |
| US 4723105 A | 02-02-1988 | NONE | |
| ----- | | | |

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solic. internacional N°

PC1/ES 99/00173

A. CLASIFICACION DE LA INVENCIÓN

CIP 7 H02M3/00 H02M3/335 H02J7/14 B60L11/18

Según la clasificación internacional de patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BUSQUEDA

Documentación mínima consultada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

CIP 7 H02M H02J B60L

Otra documentación consultada además de la documentación mínima en la medida en que tales documentos forman parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Base de datos electrónica consultada durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos, y cuando sea aplicable, términos de búsqueda utilizados)

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS PERTINENTES

| Categoría | Identificación del documento, con indicación, cuando sea adecuado, de los pasajes pertinentes | N° de las reivindicaciones pertinentes |
|-----------|---|--|
| Y | KAZIMIERCZUK M K ET AL: "TOPOLOGIES OF BIDIRECTIONAL PWM DC-DC POWER CONVERTERS" PROCEEDINGS OF THE NATIONAL AEROSPACE AND ELECTRONICS CONFERENCE. (NAECON),US,NEW YORK, IEEE, vol. -, 1993, páginas 435-441, XP000419442 el documento completo | 1-3,6 |
| Y | US 4 186 437 A (CUK SLOBODAN M) 29 Enero 1980 (1980-01-29) column 6, línea 22 -column 12, línea 27; figuras 6-14 | 1-3,6 |



En la continuación del Recuadro C se relacionan documentos adicionales



Véase el Anexo de la familia de patentes.

* Categorías especiales de documentos citados:

- "A" documento que define el estado general de la técnica, no considerado como particularmente pertinente
- "E" documento anterior, publicado ya sea en la fecha de presentación internacional o con posterioridad a la misma
- "L" documento que puede plantear dudas sobre reivindicación(es) de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la especificada)
- "O" documento que se refiere a una divulgación oral, a un empleo, a una exposición o a cualquier otro tipo de medio
- "P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional, pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada

- "T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad y que no está en conflicto con la solicitud, pero que se cita para comprender el principio o la teoría que constituye la base de la invención
- "X" documento de particular importancia; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o no puede considerarse que implique actividad inventiva cuando se considera el documento aisladamente
- "Y" documento de especial importancia; no puede considerarse que la invención reivindicada implique actividad inventiva cuando el documento esté combinado con otro u otros documentos, cuya combinación sea evidente para un experto en la materia
- "&" documento que forma parte de la misma familia de patentes

Fecha en la que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional

28 Febrero 2000

Fecha de expedición del presente informe de búsqueda internacional

10.03.2000

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Funcionario autorizado

Albertsson, E

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solic Internacional N°
PCT/ES 99/00173

| C.(continuación) DOCUMENTOS CONSIDERADOS PERTINENTES | | |
|--|--|--|
| Categoría | Identificación de los documentos citados, con indicación, cuando se adecuado, de los pasajes pertinentes | N° de las reivindicaciones pertinentes |
| A | <p>MAJO J ET AL: "NONLINEAR CONTINUOUS TIME CONTROL OF A BIDIRECTIONAL COUPLED-INDUCTOR CUK CONVERTER" IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,JP,INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, vol. E75 - B, num. 11, 1 Noviembre 1992 (1992-11-01), páginas 1134-1141, XP000336069 ISSN: 0916-8516 página 1134 -página 1139; figuras 1-8</p> <p>---</p> | 4 |
| A | <p>CARICCHI F ET AL: "EXPERIMENTAL STUDY OF A BIDIRECTIONAL DC-DC CONVERTER FOR THE DC LINK VOLTAGE CONTROL AND THE REGENERATIVE BRAKING IN PM MOTOR DRIVES DEVOTED TO ELECTRICAL VEHICLES" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION (APEC),US,NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 9, 1994, páginas 381-386, XP000467342 resumen; figuras 1-3</p> <p>---</p> | 1 |
| A | <p>BISWAJIT RAY: "BIDIRECTIONAL DC/DC POWER CONVERSION USING CONSTANT-FREQUENCY QUASI-RESONANT TOPOLOGY" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS. (ISCS),US,NEW YORK, IEEE, vol. -, 1993, páginas 2347-2350, XP000379683 ISBN: 0-7803-1281-3</p> <p>---</p> | |
| A | <p>EP 0 722 211 A (SEXTANT AVIONIQUE) 17 Julio 1996 (1996-07-17)</p> <p>---</p> | |
| A | <p>US 5 164 655 A (HEAVEY FREDERICK D) 17 Noviembre 1992 (1992-11-17)</p> <p>---</p> | |
| A | <p>US 4 723 105 A (MATOUKA MICHAEL F ET AL) 2 Febrero 1988 (1988-02-02)</p> <p>-----</p> | |

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información sobre miembros de la familia de patentes

Sol. 3 Internacional N°

PCT/ES 99/00173

| Documento de patente citado en el informe de búsqueda | Fecha de publicación | Miembro(s) de la familia de patentes | Fecha de publicación |
|---|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| US 4186437 A | 29-01-1980 | CA 1141000 A | 08-02-1983 |
| | | CA 1158307 A | 06-12-1983 |
| | | DE 2917926 A | 15-11-1979 |
| | | FR 2425176 A | 30-11-1979 |
| | | GB 2020505 A,B | 14-11-1979 |
| | | JP 1016106 B | 22-03-1989 |
| | | JP 1542383 C | 31-01-1990 |
| | | JP 55010893 A | 25-01-1980 |
| | | YU 103379 A | 31-10-1983 |
| EP 0722211 A | 17-07-1996 | FR 2729516 A | 19-07-1996 |
| | | JP 8275513 A | 18-10-1996 |
| | | US 5745351 A | 28-04-1998 |
| US 5164655 A | 17-11-1992 | NINGUNO | |
| US 4723105 A | 02-02-1988 | NINGUNO | |